

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
5. April 2001 (05.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/24287 A2

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L 41/083

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03227

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. September 2000 (16.09.2000)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SUGG, Bertram [DE/DE]; Friedrich-Schaffert-Strasse 8, 70839 Gerlingen (DE). HAMMER, Marianne [DE/DE]; Don-Carlos-Strasse 4, 70563 Stuttgart (DE). BOECKING, Friedrich [DE/DE]; Kahlhieb 34, 70499 Stuttgart (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): CZ, JP, KR, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Angaben zur Priorität:  
199 46 834.6 30. September 1999 (30.09.1999) DE

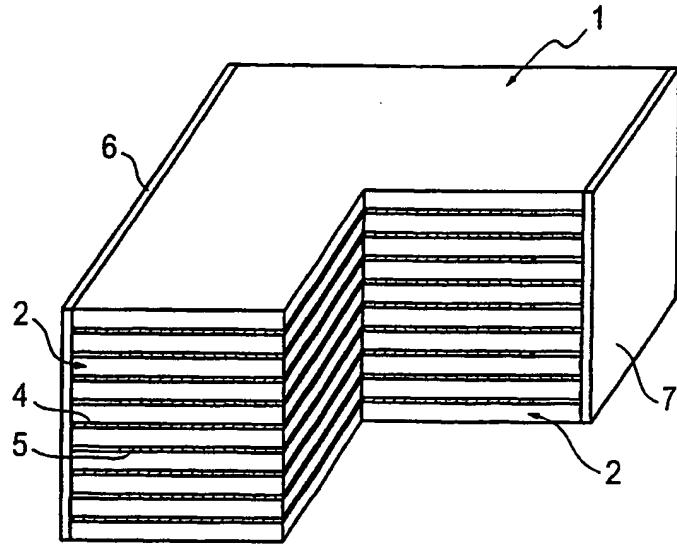
Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIEZOACTUATOR AND A METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: PIEZOAKTOR UND EIN VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a piezoactuator, e.g., for actuating a mechanical component. Said piezoactuator comprises a multilayered structure consisting of piezo layers (2) and internal electrodes (4, 5), to which an external electrical voltage can be applied, positioned between them. The internal electrodes (4, 5) are contacted with external electrodes (6, 7) on alternate sides. Said internal electrodes (4, 5) are produced from a base metal or its alloys, copper (Cu) or copper alloys or nickel (Ni) or nickel alloys being particularly suitable.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/24287 A2



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Es wird ein Piezoaktor, beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils, vorgeschlagen, mit einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen (2) und dazwischen angeordneten Innenelektroden (4, 5) an die eine äussere elektrische Spannung anlegbar ist und einer wechselseitigen seitlichen Kontaktierung der Innenelektroden (4, 5) an Aussenelektroden (6, 7). Die Innenelektroden (4, 5) sind aus einem unedlen Metall oder dessen Legierungen hergestellt, wobei insbesondere Kupfer (Cu) oder Kupferlegierungen bzw. Nickel (Ni) oder Nickellegierungen in Frage kommen.

Piezoaktor und ein Verfahren zu dessen HerstellungStand der Technik

Die Erfindung betrifft einen Piezoaktor, beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils wie ein Ventil oder dergleichen, nach den gattungsgemäßen Merkmalen des Hauptanspruchs.

Es ist allgemein bekannt, dass unter Ausnutzung des sogenannten Piezoeffekts einen Piezoaktor aus einem Material mit einer geeigneten Kristallstruktur aufgebaut werden kann. Bei Anlage einer äußeren elektrischen Spannung erfolgt eine mechanische Reaktion des Piezoelements, die in Abhängigkeit von der Kristallstruktur und der Anlagebereiche der elektrischen Spannung einen Druck oder Zug in eine vorgebbare Richtung darstellt. Aufgrund dieses extrem schnellen und genau regelbaren Effektes können sol-

che Piezoaktoren zum Bau von Stellern, beispielsweise für den Antrieb von Schaltventilen bei Kraftstoffeinspritzsystemen in Kraftfahrzeugen vorgesehen werden. Hierbei wird die spannungs- oder ladungsgesteuerte Auslenkung des Piezoaktors zur Positionierung eines Steuerventils genutzt, das wiederum den Hub einer Düsenadel regelt. Ein großer Vorteil der Piezoaktoren ist dabei die Realisierung präziser und sehr schneller Auslenkungen mit hohen Kräften.

Piezoaktoren können hier metallisierte keramische Bauelemente sein, die in vielen technischen Bereichen ihre Anwendung als Stellelemente finden. Herkömmliche piezokeramische Bauelemente können dabei aus einem monolithischen keramischen Block mit Abmessungen im mm- bis cm-Bereich bestehen, auf dessen Endflächen die Innenelektroden abgeschieden werden. Typische Bauformen sind hier ein Quader, runde Scheiben oder Ringe. Diese Formen haben den Nachteil, dass für den Betrieb als Piezoaktor hohe Spannungen (1,6 kV/mm Dicke) erforderlich sind.

Um diesen Nachteil zu umgehen wurden Vielschichtaktoren (Multilayer-Aktoren) aus einem Schichtverbund aus dünnen Keramikschichten (in der Regel < 0,1mm) entwickelt, wobei die Innenelektroden, über die die elektrische Spannung aufgebracht wird, jeweils zwischen den Schichten angeordnet werden. Die Keramikschichten werden hierbei elektrisch parallel geschaltet, so daß die notwendige Steuerspannung in Vergleich zu den weiter oben erwähnten monolithischen Piezoaktoren bei gleicher Länge und Anzahl der Schichten sinkt. Der Aufbau dieser Piezoaktoren erfolgt somit in üblicher Weise durch Übereinanderstapeln mehreren Piezolagen, wobei die Gefahr von Rissen in der Keramik der Piezolagen aufgrund inhomogener elektrischer Feldverteilungen gegeben ist. Auch besteht aufgrund des notwendigen Herstellungsverfahrens (z.B. Sintern) oder der verwendeten Werkstoffe die Gefahr von Delaminationen

zwischen der Keramik und den Innenelektroden, beispielsweise aufgrund verminderter Haftfestigkeit, was zu einer Verkürzung der Lebensdauer des Piezoaktors führen kann.

#### Vorteile der Erfindung

Der eingangs beschriebene Piezoaktor mit einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen und dazwischen angeordneten Innenelektroden, an die eine äußere elektrische Spannung anlegbar ist und einer wechselseitigen seitlichen Kontaktierung der Innenelektroden an Außenelektroden wird in vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet, dass die Innenelektroden aus einem unedlen Metall oder dessen Legierungen sind.

Typische Bauformen der Piezoaktoren in einem Mehrschichtaufbau bestehen z.B. aus bis zu 500 Schichten mit einer Keramikschichtdicke von 60 bis 120  $\mu\text{m}$  und einer Innenelektrodendicke von 1 bis 5  $\mu\text{m}$ , so daß die Steuerspannung auf 100 bis 200 mV reduziert werden kann. Als Elektrodenmaterial wurde bisher in der Regel  $\text{Ag}_{70}/\text{Pd}_{30}$  angewandt, wobei ein Problem in der während des Sintervorganges ablaufenden Ag/Pd-Migration(Diffusion) des Innenelektrodenmaterials in die Keramik der Piezolagen bestand. Der Grund für die vor allem Ag-Migration(Diffusion) liegt in der Sintertemperatur, die ca. 1100°C beträgt und damit nahe der Schmelztemperatur des üblicherweise verwendeten Elektrodenmaterials  $\text{Ag}_{70}/\text{Pd}_{30}$  (Schmelztemperatur bei 1160°C) liegt.

Da die eingangs schon erwähnten Nachteile, wie Ablösungen der Innenelektroden vom Keramikmaterial der Piezolagen oder elektrische Durchschläge und abnehmende Leitfähigkeiten innerhalb der Innenelektrodenschichten, können dabei zum Versagen des Piezoaktors führen. Gemäß zweier besonders vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung

sind die Innenelektroden aus Kupfer (Cu) bzw. Kupferlegierungen oder aus Nickel (Ni) bzw. Nickellegierungen hergestellt.

Mit der erfindungsgemäßen Materialauswahl kann zum einen eine Steigerung der Zuverlässigkeit der Piezoaktoren erreicht werden; zum anderen tragen die unedlen Innenelektrodenmaterialien Cu oder Ni zu einer enormen Kostenreduzierung des gesamten Bauteils bei. Die beschriebenen Schadensbilder können bei dem Ersatz der bisher üblichen  $Ag_{70}/Pd_{30}$  Innenelektroden durch unedle Cu- bzw. Ni-Innenelektroden oder deren Legierungen eingeschränkt werden, da von einer geringeren Metall-Migration (Diffusion) in die Keramik des Piezomaterials ausgegangen werden kann. Hierbei ist besonders die Verwendung von Nickel als Grundmaterial vorteilhaft, da die Schmelztemperatur hier mit  $1453^{\circ}C$  weit über der während der Herstellung erforderlichen Sintertemperatur liegt. Im Hinblick auf Kupfer als Grundmaterial ist vor allem eine sehr gute Oxidationsbeständigkeit und die gute elektrische Leitfähigkeit in Verbindung mit einer geringen Reaktivität mit der Pb-haltigen Keramik des Piezomaterials vorteilhaft.

Bei einem vorteilhaften Verfahren zur Herstellung eines Piezoaktor werden die Piezolagen aus keramischen Piezofolien in einem Foliengießverfahren hergestellt und mit dem unedlen Metall oder dessen Legierungen, zur Bildung der Innenelektroden, in einem Siebdruck oder ähnlichen Druckverfahren beschichtet. Die Piezolagen werden dann in einem Sinterprozess miteinander verbucken und es werden die Außenelektroden nach einer vorhergegangenen Grundmetallierung durch Löten mit den jeweils zugehörigen Innenelektroden kontaktiert, damit die äußere elektrische Spannung angelegt werden kann.

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus

der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Piezoaktors mit wird anhand der einzigen Figur der Zeichnung erläutert, die eine Detailansicht eines Piezoaktors mit einem Schnitt durch die Piezolagen mit Innenelektroden zeigt.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein Teil eines Piezoaktors 1 gezeigt, bei dem Piezolagen 2 zu erkennen sind, die aus laminierten Piezofolien gebildet sind. Die Piezofolien sind aus einem Keramikmaterial mit einer geeigneten Kristallstruktur aufgebaut, so dass unter Ausnutzung des sogenannten Piezoeffekts bei Anlage einer äußeren elektrischen Spannung an Innenelektroden 4 und 5, die jeweils zum Abschluss einer jeden Piezolage 2 beispielsweise durch Siebdruck, angebracht sind, eine mechanische Reaktion der Piezolagen 2 und somit des gesamten Piezoaktors 1 erfolgt.

Die Innenelektroden 4 und 5 nach der Figur 1 sind seitlich, wechselseitig an Außenelektroden 6 und 7 kontaktiert, an die außen die elektrische Spannung angelegt werden kann. Die jeweils nicht kontaktierte Innenelektrode 4 oder 5 ist dabei innerhalb des Lagenaufbaus zur Vermeidung eines Kurzschlusses etwas zurückgesetzt. Gemäß der Erfindung sind die Innenelektroden aus Kupfer (Cu)

bzw. Kupferlegierungen oder aus Nickel (Ni) bzw. Nickellegierungen hergestellt.

Patentansprüche

1) Piezoaktor, mit

- einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen (2) und dazwischen angeordneten Innenelektroden (4,5) an die eine äußere elektrische Spannung anlegbar ist und einer wechselseitigen seitlichen Kontaktierung der Innenelektroden (4,5) an Außenelektroden (6,7), wobei
- die Innenelektroden (4,5) aus einem unedlen Metall oder dessen Legierungen hergestellt sind.

2) Piezoaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass

- die Innenelektroden (4,5) aus Kupfer (Cu) oder Kupferlegierungen hergestellt sind.

3) Piezoaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Innenelektroden (4,5) aus Nickel (Ni) oder Nickellegierungen hergestellt sind.

4) Piezoaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

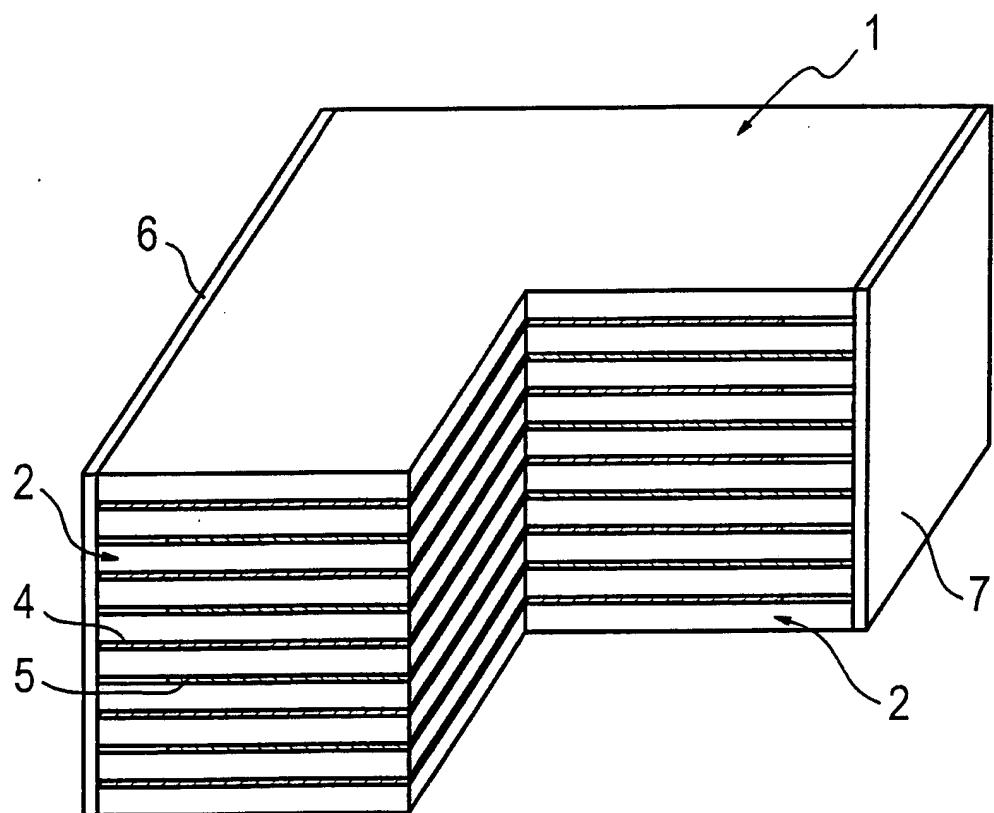
- die Schichtdicke der Innenelektroden (4,5) ca. 1 bis 5  $\mu\text{m}$ , die Schichtdicke der Piezolagen (2) ca. 60 bis 120  $\mu\text{m}$  bei einer Anzahl der Piezolagen (2) bis 500 beträgt.

5) Verfahren zur Herstellung eines Piezoaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Piezolagen (2) aus keramischen, laminierten Piezofolien in einem Foliengießverfahren hergestellt und mit dem unedlen Metall oder dessen Legierungen, zur Bildung der Innenelektroden (4,5) in einem Siebdruck oder ähnlichen Druckverfahren beschichtet werden, dass
- die aus den Piezofolien (3) gebildeten Piezolagen (3) in einem Sinterprozess miteinander verbacken werden und dass
- die Außenelektroden (6,7) nach einer vorhergegangenen Grundmetallisierung durch Löten mit den jeweils zugehörigen Innenelektroden (4,5) kontaktiert werden.

1 / 1

FIG. 1



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
5. April 2001 (05.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/24287 A3

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L 41/083,  
41/047

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SUGG, Bertram  
[DE/DE]; Friedrich-Schaffert-Strasse 8, 70839 Gerlingen  
(DE). HAMMER, Marianne [DE/DE]; Don-Car-  
los-Strasse 4, 70563 Stuttgart (DE). BOECKING,  
Friedrich [DE/DE]; Kahlhieb 34, 70499 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03227

(81) Bestimmungsstaaten (national): CZ, JP, KR, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. September 2000 (16.09.2000)

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

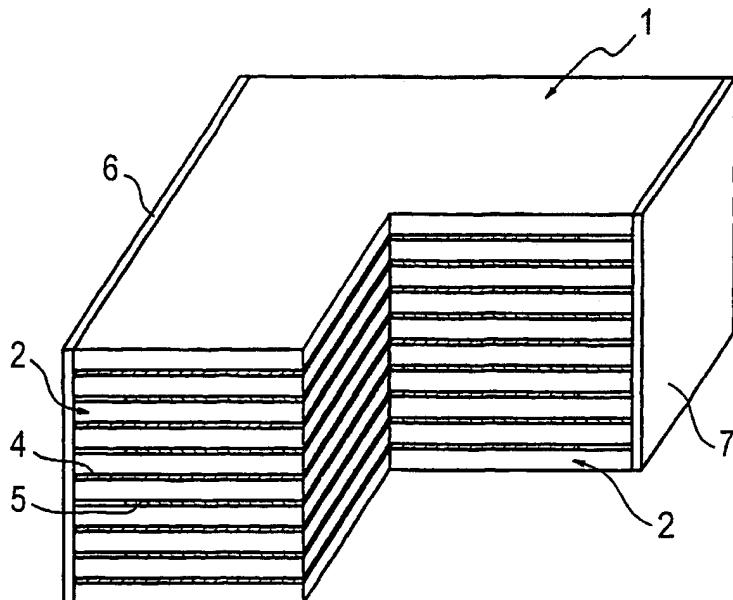
(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts: 4. April 2002

(30) Angaben zur Priorität:  
199 46 834.6 30. September 1999 (30.09.1999) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERNAL ELECTRODES FOR A STACKED PIEZOAUTATOR AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: INNENELEKTRODEN FÜR EINEN PIEZOSTAPELAKTOR UND ZUGEHÖRIGES HERSTEL-  
LUNG-VERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a piezoactuator, e.g., for actuating a mechanical component. Said piezoactuator comprises a multilayered structure consisting of piezo layers (2) and internal electrodes (4, 5), to which an external electrical voltage can be applied, positioned between them. The internal electrodes (4, 5) are contacted with external electrodes (6, 7) on alternate sides. Said internal electrodes (4, 5) are produced from a base metal or its alloys, copper (Cu) or copper alloys or nickel (Ni) or nickel alloys being particularly suitable.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/24287 A3



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Es wird ein Piezoaktor, beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils, vorgeschlagen, mit einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen (2) und dazwischen angeordneten Innenelektroden (4, 5) an die eine äussere elektrische Spannung anlegbar ist und einer wechselseitigen seitlichen Kontaktierung der Innenelektroden (4, 5) an Aussenelektroden (6, 7). Die Innenelektroden (4, 5) sind aus einem unedlen Metall oder dessen Legierungen hergestellt, wobei insbesondere Kupfer (Cu) oder Kupferlegierungen bzw. Nickel (Ni) oder Nickellegierungen in Frage kommen.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No

PCT/DE 00/03227

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L41/083 H01L41/047

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 478 (E-1274), 5 October 1992 (1992-10-05) & JP 04 171990 A (TOTO LTD; NAGATA KUNIHIRO), 19 June 1992 (1992-06-19) abstract ---	1-5
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 165 (E-1343), 30 March 1993 (1993-03-30) & JP 04 324687 A (ONODA CEMENT CO LTD), 13 November 1992 (1992-11-13) abstract --- -/-	1-5

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2001

Date of mailing of the international search report

23/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Köpf, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No

PCT/DE 00/03227

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 528 (E-1004), 20 November 1990 (1990-11-20) & JP 02 224283 A (MITSUI TOATSU CHEMICALS INC), 6 September 1990 (1990-09-06) abstract ---	1,3,4
X	EP 0 395 018 A (HITACHI LTD; HITACHI METALS LTD) 31 October 1990 (1990-10-31) column 1, line 16 -column 2, line 34 column 9, line 18 -column 10, line 33; figures 1-3 ---	1-5
X	EP 0 350 941 A (HITACHI LTD) 17 January 1990 (1990-01-17) the whole document -----	1,3-5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

national Application No

PCT/DE 00/03227

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 04171990	A 19-06-1992	NONE	
JP 04324687	A 13-11-1992	NONE	
JP 02224283	A 06-09-1990	NONE	
EP 0395018	A 31-10-1990	JP 2284483 A 21-11-1990 JP 3042884 A 25-02-1991 JP 3184386 A 12-08-1991 DE 69020629 D 10-08-1995 DE 69020629 T 11-01-1996 US 5163209 A 17-11-1992 US 5233260 A 03-08-1993	
EP 0350941	A 17-01-1990	JP 2026087 A 29-01-1990 JP 2738706 B 08-04-1998 DE 68919556 D 12-01-1995 DE 68919556 T 13-04-1995 US 5196756 A 23-03-1993	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03227

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L41/083 H01L41/047

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 478 (E-1274), 5. Oktober 1992 (1992-10-05) & JP 04 171990 A (TOTO LTD; NAGATA KUNIHIRO), 19. Juni 1992 (1992-06-19) Zusammenfassung ---	1-5
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 165 (E-1343), 30. März 1993 (1993-03-30) & JP 04 324687 A (ONODA CEMENT CO LTD), 13. November 1992 (1992-11-13) Zusammenfassung ---	1-5 -/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

\*I\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweiteilhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16. Juli 2001

23/07/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Köpf, C

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03227

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 528 (E-1004), 20. November 1990 (1990-11-20) & JP 02 224283 A (MITSUI TOATSU CHEMICALS INC), 6. September 1990 (1990-09-06) Zusammenfassung ---	1,3,4
X	EP 0 395 018 A (HITACHI LTD; HITACHI METALS LTD) 31. Oktober 1990 (1990-10-31) Spalte 1, Zeile 16 -Spalte 2, Zeile 34 Spalte 9, Zeile 18 -Spalte 10, Zeile 33; Abbildungen 1-3 ----	1-5
X	EP 0 350 941 A (HITACHI LTD) 17. Januar 1990 (1990-01-17) das ganze Dokument -----	1,3-5

## INTERNATIONA[RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentl[igen, die zur selben Patentfamilie gehören

nationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03227

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 04171990 A	19-06-1992	KEINE	
JP 04324687 A	13-11-1992	KEINE	
JP 02224283 A	06-09-1990	KEINE	
EP 0395018 A	31-10-1990	JP 2284483 A JP 3042884 A JP 3184386 A DE 69020629 D DE 69020629 T US 5163209 A US 5233260 A	21-11-1990 25-02-1991 12-08-1991 10-08-1995 11-01-1996 17-11-1992 03-08-1993
EP 0350941 A	17-01-1990	JP 2026087 A JP 2738706 B DE 68919556 D DE 68919556 T US 5196756 A	29-01-1990 08-04-1998 12-01-1995 13-04-1995 23-03-1993

## Patent Claims

1. Piezoelectric transformer with at least two ceramic elements made of a compound containing  $Pb (Zr_x Ti_{1-x}) O_3 + y Pb (Mn_{1/3}Nb_{2/3}) O_3$  and an electrode located between the two ceramic elements, with the electrode containing copper.  
5
2. Transformer according to claim 1, made of ceramic green foils containing a thermohydrolytically decomposable binder.
- 10 3. Transformer according to claim 2, in which the binder is a polyurethane dispersion.